

## CAPÍTULO 1

### INTRODUCCIÓN: ¿QUÉ ES UN PROYECTO FIN DE CARRERA EN INFORMÁTICA?

#### **Propósito**

Introducir los proyectos fin de carrera en Ingeniería Informática.

#### **Objetivos de aprendizaje**

Al completar este capítulo, el estudiante debe ser capaz de:

- Conocer lo que significa la investigación.
- Comprender el proceso de investigación.
- Clasificar la investigación y entender los diferentes métodos disponibles.
- Diferenciar entre los distintos de proyectos y, en concreto, los diferentes tipos de proyectos académicos que pueden hacerse en Ingeniería Informática.

#### 1.1.-INTRODUCCIÓN.

Como ya hemos dicho, realizar un Proyecto Fin de Carrera como estudiante de primer o segundo ciclo en un centro académico no es necesariamente lo mismo que llevar adelante un proyecto en el seno de una empresa. En el Proyecto Fin de Carrera se espera que un estudiante ya en un curso avanzado de Informática, vea las cosas de una forma más crítica y profunda.

En la medida de lo posible, el estudiante en el desarrollo de este proyecto académico, debe cuestionar las cosas y que mirarlas desde otros puntos de vista. Limitarse solo a hacer lo que se nos manda no suele conducir a nuevas ideas. Como futuro profesional se espera que el proyectando razone de forma autónoma,

Para moverse en este ámbito de un conocimiento más profundo de las situaciones y problemas, es necesario desarrollar determinadas habilidades en el campo de la investigación, que son de vital importancia en el marco de los proyectos académicos. Este capítulo empezará, por tanto, explorando lo que se conoce por investigación, antes de examinar con mayor detalle los proyectos informáticos académicos como tales.

#### 1.2.-¿QUÉ ES LA INVESTIGACIÓN?

El buen investigador no es aquél que conoce las respuestas correctas sino el que lucha para descubrir cuáles son las preguntas adecuadas.

Phillips and Pugh (1994:48)

##### 1.2.1.-Una definición

El Consejo Superior de Financiación para la Educación del Reino Unido define la investigación como “un trabajo original encaminado a ampliar el conocimiento y la comprensión” (H.E.F.C.E. 1998). Hay tres términos clave en esta definición: *originalidad, ganancia o ampliación de conocimientos y comprensión.*

### 1.2.2.- Originalidad

No tiene ningún mérito especial repetir el trabajo de otros o descubrir y producir lo que ya se conoce. La originalidad, entendida de forma muy simple, es hacer o producir algo que no ha sido hecho con anterioridad. Aunque esta idea no deja de ser algo banal, es importante analizar cómo se relaciona la originalidad con los proyectos. ¿Qué podemos hacer que sea original? Se puede ser original de dos formas:

- a) En la manera de hacer las cosas; por ejemplo, desarrollando un tema ya conocido, pero usando una perspectiva diferente.
- b) Produciendo algo completamente nuevo.

Decir que algo es original supone tener un conocimiento profundo de todo lo publicado hasta el momento, en un determinado campo del conocimiento, lo cual dista mucho de ser fácil. Por ello, hay que ir con mucho cuidado a la hora de calificar de original a nuestro trabajo.

En términos de originalidad en la forma de hacer las cosas, Cryer (1996:146) identifica un conjunto de aspectos en los cuales un proyecto puede ser original:

- *Herramientas, técnicas, procedimientos y métodos.* Se pueden aplicar nuevas herramientas y técnicas a problemas sin resolver o a problemas ya resueltos. En este caso, la originalidad del trabajo no depende del éxito de la investigación, sino del enfoque novedoso que se le ha dado al problema, incluso aunque fracasemos y el nuevo método no acabe mejorando los ya existentes, ya que ahora sabremos con seguridad, que el cambio estudiado no merece la pena.
- *Explorar lo desconocido.* Aunque en raras ocasiones, puede ocurrir que se investigue un campo en el que nadie ha pensado investigar antes. Los descubrimientos recientes en el ámbito científico pueden abrir multitud de nuevas posibilidades y caminos de investigación inexplorados. La historia de la Informática demuestra que éste es un campo abierto a nuevas aplicaciones e ideas.
- *Explorar lo que no está previsto.* Aunque investiguemos en un campo que se ha examinado en muchas ocasiones anteriores, siempre esta abierta la posibilidad de poder llegar a resultados inesperados o descubrir nuevos caminos para investigar que pueden resultar provechosos. En esta situación, sin embargo, hay que ser cauteloso ya que podrían conducir a callejones sin salida y en este caso, el resultado de la investigación puede no existir.

En resumen, explorar un campo que ya ha sido investigado por otros, no necesariamente impide que el trabajo sea original. Se puede mejorar lo que ya existe, encontrar nuevos puntos de vista o interpretaciones, o producir un estudio en profundidad del campo que no estuviera disponible hasta la fecha.

- *El uso de los datos.* Podemos interpretar datos ya existentes de manera que nadie lo haya hecho hasta ahora, usarlos de nuevas formas o aplicarlos en áreas que no han sido investigadas todavía.

En cuanto a los resultados del proyecto, Cryer (1996:147) sugiere que los resultados originales deben incluir alguna de las siguientes aportaciones: un nuevo producto, una nueva teoría, un nuevo modelo o un nuevo método. Aunque los resultados obtenidos no sean concluyentes, lo que se concluya a partir de ellos puede ser original. Por ejemplo, la comprensión y explicación de por qué un experimento particular falla o una técnica específica no funciona en un nuevo ámbito. De hecho, miles de artículos científicos se publican cada año con esta pretensión.

### 1.2.3.- **Ganancia o ampliación del conocimiento.**

Éste es quizás un término de la definición del H.E.F.C.E. que merece matizarse un poco. Obsérvese que “ganar o ampliar conocimiento” no alude necesariamente al objetivo de que la investigación debe aportar una *contribución* y no sólo servir para adquirir conocimiento. Puede que esté muy bien llevar a cabo una investigación exclusiva y aprender algo por uno mismo, pero a menos que este conocimiento se pueda difundir y comunicar a otros, se echarían a perder, de alguna manera, los resultados de la investigación. Teniendo esto en mente, la discusión que sigue se centra en el término “contribución”, que da un mensaje mucho más claro de que la investigación, además de aportar nuevas cosas al mundo del conocimiento, tiene que hacerlo de forma que sus resultados sean accesibles a todos y no solamente a uno mismo. Se trata de contribuir a un acervo común, no sólo a un objetivo individual.

La figura 1.1 da una visión global del cuerpo de conocimientos del mundo y de cómo se puede contribuir a ampliarlo. Este cuerpo de conocimientos representa la comprensión, la teoría, los conceptos, los modelos, las ciencias, las artes, etc. Nuestro conocimiento individual se representa incluido dentro de este dominio y representado por la región sombreada. Se puede obviamente, aprender cosas que otros ya conocen y esto se representa mediante una expansión de nuestra ‘nube’ de conocimiento. Con la investigación, se intenta ampliar el conocimiento general, a través de distintas formas, (inventos, desarrollos, nuevas teorías, etc.) que también representamos como expansiones del cuerpo de conocimientos mediante una línea de puntos. Así, las contribuciones se refieren a compartir nuevas ideas, teorías y resultados con el resto del mundo y con ello ampliar lo que ya se conoce. Como individuos aprendemos nuevas cosas, el objetivo aquí es que parte de estos conocimientos, nuevos para nosotros, también los sean para los demás.

### 1.2.4.- **Conocimiento y comprensión**

Para explicar lo que se entiende por conocimiento, vamos a considerar la siguiente jerarquía conceptual: datos, información, conocimiento y sabiduría. Post y Anderson (1997:7) definen estos términos de la siguiente manera:

- *Datos.* Los datos son elementos que describen objetos o sucesos. Vienen representados por las cifras y el texto que se recopila durante la investigación. Por ejemplo, como parte de un proyecto de investigación puede ser necesario reunir datos sobre la pluviosidad en varios lugares de una región. Estos registros, obtenidos de las lluvias diarias en cincuenta lugares, se reúnen en forma de números que, por sí mismos, no significan nada por sí mismos, en la forma en la cual aparecen, recién recopilados.
- *Información.* La información representa datos ya analizados, resumidos, procesados y presentados en un formato más comprensible y útil, de forma que ya pueda transmitirse a otras personas, en cualquiera de las formas habituales: libros, artículos, grabaciones, charlas... (Orna and Stevens 1995:36).  
Convertir los datos de pluviosidad en información puede llevar a la elaboración de distintos elementos adicionales: gráficas que resuman los totales mensuales, tablas que representen las fluctuaciones estacionales y texto que resuma la pluviosidad media diaria en diferentes lugares. En estos formatos los datos ya tienen significado y se dan una cierta visión en profundidad acerca de lo que representan.
- *Conocimiento.* El conocimiento es un estadio más elevado de la comprensión de las cosas. Mientras que la información da una idea de “qué” (es decir, qué está sucediendo en el mundo real) el conocimiento representa la comprensión del “porqué”. El conocimiento es la interpretación personal de lo que se obtiene a partir de la información en forma de: reglas, patrones, decisiones, modelos, ideas etc. Según Orna y Stevens (1995:35), el conocimiento representa los resultados de la experiencia organizados y almacenados en la mente de cada uno.  
Mientras que la información sobre la pluviosidad en una zona geográfica da una idea global sobre el tiempo en esta región durante un determinado período, el conocimiento representa la comprensión de las razones que expliquen por qué la pluviosidad puede haber cambiado durante dicho período. Así, el conocimiento sería la comprensión de por qué las lluvias han registrado aumentos en determinados lugares de la región desde 1900.

*Sabiduría.* Entendemos como sabiduría, la capacidad para poner en práctica el conocimiento que se posee. Representa la capacidad individual para aplicar tanto la experiencia adquirida, como el cuerpo de conocimiento que se posee, para crear nuevo conocimiento y adaptarlo a situaciones diferentes y nuevas.

Con respecto al ejemplo de la pluviometría, la sabiduría vendría representada por la capacidad que tenemos, para predecir cambios en

la tendencia de las lluvias que se producirán en los próximos años o intentar explicar las variaciones de agua recogida en zonas geográficas alejadas de la región, objeto de nuestros estudios.

Otro concepto que cabría mencionar aquí, es el de teoría . Mientras que los datos, la información, y el conocimiento representan una comprensión relativamente firme de lo que sucede, una teoría representa ideas, opiniones y suposiciones basadas en las observaciones del mundo. Una teoría no es necesariamente cierta, pero en cada momento del proceso de crecimiento del conocimiento representa la mejor explicación de lo que se tiene observado.

A pesar que hemos definido conocimiento desde una óptica individual, el *conocimiento del mundo*, colectivamente puede definirse de forma bastante parecida. Así, el conocimiento del mundo tiene que ver con la comprensión, la sabiduría, la interpretación que cada uno hace de cada cosa o idea que ha sido documentada, no importa por quién, ni importa dónde.

Al proceso de recoger datos e información, lo denomina Phillips y Pugh (1994:46) ‘Intelligence gathering’, un anglicismo de difícil traducción que ha hecho fortuna. Esta expresión se relaciona con los datos que se usan para responder a lo que Phillips y Pugh llaman “¿qué?”: ¿qué está pasando en el mundo?, ¿qué no conocemos? y ¿qué podemos descubrir?

La investigación, sin embargo, debe ir más allá del mero hecho de reunir datos y de describir lo que se ve. De hecho, debe hacer una contribución al conocimiento lo que supone: buscar explicaciones, relaciones, comparaciones, predicciones, generalizaciones y teorías. Así, la investigación representa lo que Phillips y Pugh llaman “el porqué”: ¿por qué suceden las cosas en la manera que suceden?, ¿por qué es la situación como es? etc. Los datos y la información por sí mismos sólo pueden responder al “qué”; el conocimiento se refiere al “porqué”.

#### 1.2.5.- RESUMEN.

Ahora que hemos examinado en detalle los tres aspectos principales de la investigación, presentemos otra definición más elaborada de investigación (Sharp y Howard (1996:7)):

Buscar a través de *procesos metódicos*, *enriquecer* el *conocimiento* propio, y presumiblemente el de los demás, mediante el *descubrimiento* de *hechos y puntos de vista no triviales*.

Una vez más, hemos escrito en cursiva los términos importantes de la definición; algunos de ellos se relacionan directamente con los que ya hemos examinado. “Enriquecer”, por ejemplo, se relaciona con la discusión de “contribución”, y “descubrimiento” y lleva asociado algún tipo de originalidad. El término “presumiblemente” está quizá fuera de lugar, ya que, como hemos dicho, se espera de toda investigación que contribuya a ampliar el conocimiento colectivo. “Hechos y perspectivas no triviales” se relacionan con “conocimiento”, no con datos o información.

Un aspecto nuevo en esta definición es el de “proceso metódico”. Este concepto destaca que la investigación no se hace de una forma “ad hoc”, sino que es algo que se planifica y se ejecuta de forma cuidadosa, siguiendo determinadas reglas. Así, el proceso de la investigación, que se discute en la sección siguiente, es metódico.

Uniendo estos puntos se obtiene la siguiente definición sucinta de investigación, que engloba todos los elementos discutidos hasta ahora – consideración, originalidad, contribución y conocimiento:

*La investigación es una actividad cuidadosa que se orienta a realizar una contribución original al conocimiento.*

### 1.3.- EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.

#### 1.3.1.- Visión Global

La anterior definición reconoce que la investigación debe ser una actividad cuidadosa. En otras palabras, la investigación debe seguir un método estándar reconocido por todos: el método científico. No debemos realizar una actividad investigadora cómo y cuándo nos venga en gana. Blaxter et al (1996:7) identifican cuatro visiones comunes del proceso de investigación. Las llamaremos *secuencial, generalizada, circular y evolutiva*:

- a) *Secuencial*. El proceso secuencial es el más simple de todos. En él se lleva a cabo una serie de actividades, una detrás de otra, como un proceso lineal con un conjunto fijo de pasos. Un ejemplo de procesos de este tipo es el modelo de proceso sistemático de Sharp y Howard (1996:15). Este proceso consiste en siete únicos pasos secuenciales:
- Identificar el área global de estudio.
  - Seleccionar un tema de investigación.
  - Decidir la forma de atacar el problema.
  - Planear cómo llevar a cabo la investigación.
  - Trabajar para reunir datos e información.
  - Analizar e interpretar los datos obtenidos.
  - Presentar los resultados y descubrimientos.

Aunque este modelo parece enteramente secuencial, Sharp y Howard (1996:15) admiten que pueden aparecer repeticiones y ciclos durante el proceso. Sin embargo, la manera y el momento en que aparezcan estas repeticiones no se identifica explícitamente. Otro ejemplo quizás más simple de un proceso secuencial de investigación es el definido por Greenfield (1996:7). Greenfield divide el proceso de investigación en cuatro partes:

- Revisar el campo de estudio, es decir, realizar una búsqueda bibliográfica.
- Construir una teoría basada en la comprensión y la interpretación del campo de estudio.
- Probar la teoría: ¿funciona?

- Reflejar e integrar, es decir, poner al día las ideas basadas en las pruebas realizadas y comunicar los nuevos descubrimientos a los demás.

b) *Generalizado*. El proceso generalizado de investigación es parecido al secuencial, ya que las actividades se realizan una detrás de otra siguiendo una secuencia determinada, aunque el modelo generalizado reconoce que no todos los pasos son aplicables y que algunos deben llevarse a cabo de maneras diferentes, dependiendo del tipo de investigación. Así, el modelo generalizado admite la posibilidad de identificar caminos alternativos, que se convertirán en pasos distintos del proceso, dependiendo de la naturaleza y de los resultados de la investigación. Un ejemplo de un modelo de este tipo se puede encontrar en Kane (1985:13), citado por Blaxter et al (1996:8).

c) *Circular*. El modelo circular reconoce que cualquier investigación que se lleve a cabo forma parte de un ciclo continuo de descubrimientos e investigación. Muchas veces, la investigación abre mas preguntas que respuesta y por tanto el proceso tiende a reiniciarse intentando a contestar a las nuevas preguntas que han ido surgiendo. Un ejemplo de proceso circular es la rueda de investigación de Rudestand y Newton (1992:5), que sugiere “un ciclo recursivo” de pasos que se repiten en el tiempo’. La propia experiencia en investigación lleva a tener que revisar o reinterpretar anteriores estadios de nuestro propio trabajo (Blaxter et al. 1996:7): La interpretación circular también permite que la investigación se vea como una posibilidad de confluir y juntarse con otros resultados, en cualquier fase de la misma, lo que no deja de ser un reconocimiento que estamos ante un proceso que nunca tiene fin.

d) *Evolutivo*. El concepto de evolutivo lleva más allá la interpretación del modelo circular y reconoce que la investigación debe evolucionar y cambiar a lo largo del tiempo, no necesariamente siguiendo un patrón circular definido o repitiendo las mismas formas de análisis e interpretación que se llevaron a cabo anteriormente. Los resultados de cada evolución influyen en las posteriores en mayor o menor medida.

Quizás uno de los ejemplos más apropiados del proceso de investigación sea el definido por Orna y Stevens (1995:11). Estos autores definen un proceso que es circular en el nivel superior y evolutivo en la fase principal. La figura 1.2 es una interpretación adaptada de este modelo. La figura muestra un proceso de investigación circular que comienza, en la parte superior izquierda, con una definición de la búsqueda. Orna y Stevens (1995:11) identifica ésta definición de búsqueda como un intento de responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué estoy buscando?
- ¿Por qué lo estoy buscando?
- ¿Cómo lo voy a buscar?
- ¿Por dónde voy a empezar?

Una vez definidos estos extremo, comienz la investigación evolutiva del tema a estudiar. Esta investigación tendrá lugar dentro de los límites actuales de

cada cuerpo de conocimiento, de forma que mientras se investiga, se digiere y se evalúa el material disponible. Este proceso de búsqueda en investigación no está claramente acotado y evolucionará a lo largo del tiempo. Se necesita tiempo para que las ideas maduren; mientras, se corre el riesgo de seguir callejones sin salida y de que aparezcan más preguntas que respuestas. Sin embargo, no hay que desesperar, pues la voluntad y diligencia del estudiante suele ser recompensada y se acaba por obtener resultados valiosos.

Una vez obtenidos, estos descubrimientos deben ser comunicados a otros, a través de informes, presentaciones, artículos y discusiones. No tiene ningún sentido mantener para uno mismo los resultados conseguidos y si así se actúa, se están ignorando los objetivos fundamentales del proceso de investigación, es decir, el de difundir aquellas ideas y resultados recién descubiertos a otros investigadores. Mediante esta comunicación se realizan las contribuciones al mundo del conocimiento mostradas por la región sombreada de la figura 1.2.

Sin embargo, aunque se descubra algo de valor, y con ello se contribuya al conocimiento global, el proceso de investigación no ha terminado, el proceso de investigación puede que solo haya empezado. Todo descubrimiento debe conducir a nuevas preguntas y a nuevos caminos de investigación. Así, el ciclo de investigación vuelve a comenzar cuando se redefine la búsqueda y se continúa el viaje del descubrimiento.

### 1.3.2.- DESCUBRIMIENTO INTELECTUAL

Aunque el proceso de investigación puede representarse por algún tipo de modelo, los procesos de razonamiento y los descubrimientos intelectuales son a menudo mucho más complicados y personales. Cuando se buscan preguntas para contestar y respuestas a estas preguntas, se sigue a menudo un proceso complejo de razonamiento *inductivo* y *deductivo*, cuyas diferencias conviene aclarar, aunque sea someramente.

-*Razonamiento inductivo*. Se empieza con observaciones del mundo y se llega a conclusiones generales sobre él. En otras palabras, se construyen modelos y teorías basados en la interpretación del investigador sobre el mundo. Claramente, esta interpretación dependerá de los datos y de la información que se puedan obtener acerca de la materia o problema que se está estudiando y, lo que no es menos importante, de lo que el investigador ya conoce.

El conocimiento que se puede obtener acerca de lo que se está estudiando entra dentro del campo de la *epistemología* (Cornford y Smithson 1996:39). Podemos obtener conclusiones generales, a partir de lo observado y estudiado, para aplicarlas a otras cosas (positivismo), o solamente inducir conocimiento propio para uno mismo y la situación particular estudiada (antipositivismo).

- *Razonamiento deductivo*. Se empieza con un conocimiento y comprensión del mundo y se trata de predecir observaciones que se den él, incluso aunque dichas observaciones no se hayan realizado nunca antes.

El razonamiento deductivo depende de la teoría que cada investigador tenga acerca de la realidad, de su comprensión personal del mundo y de las ideas subyacentes sobre el objeto de su investigación. Estas cosas, en su conjunto, se suelen denominar *Ontología*, en lo que puede ser considerado un cierto abuso del lenguaje. Personas distintas pueden deducir cosas diferentes, debido a que sus comprensiones respectivas también lo son y por ello, pueden ver las cosas de formas distintas.

Para solucionar problemas complejos se necesitaría seguir una complicada cadena de razonamientos inductivos y deductivos. El conocimiento tal como fue definido en las páginas anteriores, es aquel que se ha obtenido utilizando un razonamiento inductivo. En otras palabras, construye ideas, modelos, teorías y comprensiones basándose en su propio razonamiento inductivo. Por otro lado, la sabiduría es un razonamiento deductivo, a partir de las capacidades de cada uno; se aplica lo que se conoce a situaciones o problemas que hasta ahora no habían sido abordados.

Sin embargo, el descubrimiento intelectual va más allá del uso de estos dos tipos de razonamiento. Si tenemos dificultades para resolver un problema, hay dos métodos interesantes de descubrimiento intelectual, enumerados por Greenfield (1996:5) que nos pueden ayudar:

El método de **Pappus**: asumir que el problema está resuelto y razonar hacia atrás.

El método de **Terullus**: asumir que una solución es imposible y tratar de demostrar por qué.

Además, Greenfield sugiere intentar técnicas tales como las siguientes:

*-Ensayos aleatorios.* Una técnica similar a la tormenta de ideas (“Brainstorming”) según la cual se puede intentar resolver un problema generando al azar un cierto número de potenciales soluciones, con la esperanza de que una de ellas muestre un camino hacia la solución.

*-Analogía.* ¿Es el problema similar a otro que ya tiene solución o explicación?

*-Inversión.* Se intenta mirar las cosas desde el ángulo opuesto, por ejemplo, en lugar de preguntarnos qué lenguaje de programación se debería usar, preguntarse por qué no usar Pascal.

*-Partición.* Dividir el problema en otros más pequeños, más manejables y más comprensibles: una aproximación al “divide y vencerás”, tan utilizado en Informática.

También vale la pena dedicar algún tiempo a profundizar en el tema de saber adónde nos dirigimos con la investigación antes de gastar varios meses llevándola a cabo. A menudo los estudiantes tendrán una idea para su investigación y la seguirán con entusiasmo, sin embargo es posible que, cuando finalmente obtienen una respuesta, se den cuenta de que ésta tiene escaso valor. Por ello se debe tratar de pensar adónde se

puede llegar, asumir que se ha obtenido ya la respuesta, para luego preguntarse qué utilidad y valoración merece el haberla conseguido.

#### 1.4.- CLASIFICAR LA INVESTIGACIÓN.

##### 1.4.1.- **Introducción.**

Podemos clasificar la investigación atendiendo a tres aspectos: su *campo*, su *perspectiva* y su *naturaleza*. Estas tres categorías son adaptaciones de las cuatro categorías examinadas por Sharp y Howard (1996:11) y Herbert (1990:1). Estos autores identifican una categoría adicional llamada propósito. Sin embargo el propósito siempre es contribuir al conocimiento, la forma como esta contribución se consigue, la vamos a subsumir dentro de su *naturaleza*.

- *Campo*. El campo de la investigación es “poco más que un mecanismo de etiquetado que permite identificar a grupos de investigadores, con similares intereses” (Sharp y Howard 1996). Por ejemplo, en Informática podríamos clasificar los campos de investigación en áreas, como Sistemas de Información, Inteligencia Artificial, Ingeniería del Software, etc.
- *Perspectiva*. La perspectiva representa los métodos de investigación que se emplean como parte del proceso investigador; por ejemplo, el estudio de casos, los experimentos, el seguimiento, etc. Estos métodos se analizan con mayor detalle en la siguiente sección.
- *Naturaleza*. El tipo de contribución que la investigación hace al conocimiento depende de su naturaleza. Sharp y Howard (1996:13) identifican tres niveles que pueden ser utilizados para clasificar la naturaleza de la investigación.
  - Nivel 1: Desarrollo puramente teórico.
  - Nivel 2: Investigación que revisa la teoría y evalúa su potencial para aplicaciones prácticas.
  - Nivel 3: Investigación aplicada que tiene algún uso o resultado práctico. Aquí se engloba la mayor parte de los proyectos fin de carrera en Informática.

La naturaleza de la investigación se puede clasificar también atendiendo a los criterios de Sharp y Howard (1996:13), Herbert (1990:1) y Saunders et al. (1997:78-79) de la siguiente forma:

- Teoría pura: desarrollar teorías para explicar cosas sin necesidad de relacionarlas con la práctica. Se puede basar en el razonamiento inductivo de cada uno, lo que conduce a obtener conclusiones y teorías de acuerdo con la visión que se tenga del mundo.
- Estudios descriptivos: Se refiere a trabajos tales como revisar y evaluar las teorías existentes y el conocimiento en un determinado campo, o describir situaciones o sucesos particulares. También se

incluyen en este grupo las siguientes actividades: probar teorías existentes, describir el estado actual del conocimiento, o buscar los límites de generalizaciones hechas con anterioridad.

-Estudios exploratorios: profundizar y explorar una situación o un problema. Estos estudios son útiles para descubrir “qué está sucediendo; para descubrir nuevas perspectivas; para hacer preguntas y para tratar los fenómenos con una nueva luz” (Robson 1993:42, citado por Saunders et al. 1997:78-79). Los estudios exploratorios pueden realizarse mediante búsquedas bibliográficas, cuestionarios abiertos y entrevistas. Estos estudios pueden empezar explorando áreas, conceptos e ideas, particularmente extensas, para luego reducir, durante el trabajo de investigación, su ámbito a procesos más específicos. Así, el proceso es iterativo y flexible a la busca de nuevas informaciones e ideas.

- Estudios explicativos: explicar o clarificar algo e identificar relaciones que puedan existir entre fenómenos o cosas.
- Estudios causales: evaluar los efectos que una o más variables tienen sobre las demás. Las variables independientes son aquellas que podrían estar influyendo en las variables dependientes, que son las que nos interesan. En estos estudios se manipulan las variables independientes y se trata de medir y visualizar los cambios que producen en las variables dependientes. Por ejemplo, ¿afecta el tamaño de un programa de software (variable independiente) a la dificultad de mantenerlo (variable dependiente que se mide de alguna forma)? En estos estudios se manipulan las variables independientes y se controlan los cambios en la variable dependiente; para ello es importante asegurarse que los factores externos no influyan en los resultados. Por ejemplo, el tamaño del software influye en la dificultad de mantenerlo, pero, de hecho, esta dificultad puede depender de otros factores de los cuales no se es consciente y que no se controlan (la formación del personal, por ejemplo).
- Resolver un problema con una solución novedosa y/o mejorar algo de alguna forma.
  - Desarrollar o construir alguna cosa que pueda considerarse nueva.

#### **1.4.2.-Métodos de investigación**

Aunque las técnicas de muestreo, recogida y acumulación de datos, entrevistas, etc., están más allá del propósito de este libro, es útil tratar brevemente algunos de los métodos de investigación más ampliamente aceptados. La naturaleza del proyecto dependerá de que se usen estos métodos o de que se decida combinarlos de alguna manera. Cuatro de los métodos de investigación más comunes son: la observación activa, la experimentación, el estudio de casos y la revisión y seguimiento.

## **Observación activa**

La observación activa es “un estudio cuidadosamente documentado para resolver un problema y/o cambiar una situación” (Herbert 1990:29). Supone trabajar en un problema o proyecto específico con una persona en concreto o, más frecuentemente, con una organización o empresa y evaluar los resultados. Este método se usa para conseguir “una mayor comprensión y mejora de la práctica *a lo largo de un período de tiempo*” (Bell 1993:8). El investigador no debe obsesionarse en completar la acción en sí y no debe olvidar la razón por la cual ha llevado a cabo este proceso de observación, esto es, evaluarla algo como parte del proyecto académico (no resolver el problema de la organización involucrada).

## **Experimentación**

La experimentación supone una investigación de las relaciones causales usando determinaciones y pruebas específicas, controladas por el investigador. A menudo nos tendremos que conformar con llevar a cabo una investigación solo cuasi experimental, debido a problemas relacionados con un insuficiente número de muestras, problemas éticos, etc. Según Saunders et al. (1997:75), los experimentos incluyen típicamente lo siguiente:

- Definir una hipótesis teórica.
- Seleccionar muestras a partir de poblaciones conocidas.
- Localizar las muestras en diferentes condiciones experimentales.
- Introducir cambios, planificados con anterioridad, en una o más de las variables independientes.
- Medir un pequeño número de variables dependientes.
- Controlar el resto de variables que puedan intervenir en el proceso.

## **Estudio de casos**

Un estudio de casos es “una exploración en profundidad de una situación” (Cornford y Smithson 1996:49). Se incluye en este capítulo, la investigación de una situación particular, problema, empresa o grupo de empresas. Esta investigación puede llevarse a cabo directamente, por ejemplo, mediante entrevistas, observaciones, seguimiento, etc. o indirectamente, analizando informes o documentación de la organización estudiada. Para más información sobre investigación basada en estudio de casos se puede consultar textos como el de Yin (1989) y el de Easton (1992), que son libros enteramente dedicados al tema.

## **Revisión y seguimiento**

Se realiza normalmente a través de cuestionarios o entrevistas. “Permite la recopilación de un gran número de datos a partir de una población de tamaño mensurable de una forma económicamente viable” Saunders et al. (1997:76). Como parte de un seguimiento se deberá, probablemente, identificar muestras, seleccionar tamaños de muestras, diseñar cuestionarios y preparar entrevistas. Los textos de Fowler (1995) y el de Czaja y Blair (1996) cubren este tema en detalle.

Los métodos de investigación se pueden clasificar también atendiendo a sus restricciones temporales; en otras palabras, ¿ es el estudio realizado una “fotografía instantánea” de lo observado, o al contrario los datos ofrecen una visión de los sucesos a lo largo de un periodo de tiempo? Una fotografía instantánea de una situación o el estudio de un determinado acontecimiento se denomina estudio de sección cruzada. Una imagen en la que los datos se recogen de forma continua a lo largo de un período de tiempo, se denomina estudio longitudinal. El tipo de estudio que se use dependerá de la naturaleza de la investigación y de lo que se pretenda conseguir con ella. Para más información sobre este tipo de estudios conviene consultar libros como Saunders et al (1997:77) y Cornford y Smithson (1996:48).

#### 1.4.3.- **¿Qué es una buena investigación?**

Se debería tener ya una idea de lo que es la investigación y cómo clasificarla, pero, ¿qué se entiende por buena investigación? Phillips Pugh (1994:47) identifican tres características:

*-Mentalidad abierta.* Se debe trabajar con un “sistema de pensamiento abierto”. Hay que estar abierto mentalmente frente a las cuestiones planteadas. “El conocimiento convencional y la doctrina aceptada hasta ahora ... pueden ser inadecuados”.

*-Análisis crítico.* Se deben examinar los datos críticamente. ¿Son correctas las cifras? ¿Han sido sesgadas de alguna manera? ¿Qué significan realmente estos datos? ¿Existen datos alternativos disponibles?. ¿Podemos interpretar los datos de diferente manera?

*-Generalizaciones.* Los investigadores tienden a generalizar sus resultados. El proceso de generalización permite interpretar y aplicar la investigación a una amplia variedad de situaciones. Sin embargo, los investigadores deben conocer las limitaciones de estas generalizaciones. Es nuestra propia sabiduría y la aplicación del razonamiento deductivo, la que nos tiene que señalar como desarrollarlo y a conocer los riesgos que pueden encerrar.

Si no atienden estos requisitos, las ideas vigentes continuarán sin ser puestas en cuestión. Sin una mente abierta a las cosas, sin un ojo crítico, y sin la habilidad de generalizar la comprensión de diversos fenómenos, no se puede realizar una contribución al conocimiento. Éste es, al fin y al cabo, el propósito principal de la investigación.

### 1.5.-¿QUÉ SON LOS PROYECTOS?

#### 1.5.1.- **Introducción**

Hasta aquí hemos explicado el significado y la metodología de la investigación. Falta por definir qué se entiende por proyectos y, en particular, por proyectos informáticos y cómo la investigación encaja en este contexto.

Un proyecto se ha definido como “algo que tiene un principio y un final” (Barnes 1989, citado por Turner 1993:4). Desafortunadamente esta definición, más bien amplia, no engloba el propósito subyacente de los proyectos, que es aportar algún tipo de cambio que produzca algún beneficio. Este cambio conduce desde una situación actual a una situación deseada en el futuro, lo que se puede representar por el llamado modelo Meliorista (de “mejoramiento”) mostrado en la figura 1.3. En ella representamos el proyecto mediante un conjunto de acciones. Así, un proyecto permite pasar de una situación a otra. Este movimiento, hacia la situación deseada, puede surgir tanto de la insatisfacción con la situación actual, como con la aspiración a una situación mejor que la actual.

De alguna forma, el propio planteamiento de una situación deseada ya representa una contribución al conocimiento. El término “contribución” implica necesariamente, en este contexto, la unicidad del proyecto y la novedad de su resultado.

En un proyecto industrial el jefe de proyecto se ocupa de aspectos del mismo, tales como su complejidad, restricciones, cuestiones organizativas, etc.; en un proyecto académico no se espera que el estudiante se ocupe de los aspectos mencionados, sino que se centre únicamente en la contribución que su proyecto va a aportar. Esta interpretación un tanto simplista de los proyectos informáticos nos servirá de momento.

Hasta ahora, hemos identificado los proyectos como algo que tiene un principio y un final, y que supone un cambio beneficioso gracias a algún tipo de contribución. Profundizando un poco más en el proyecto académico, debemos conocer el tipo de contribuciones que éste puede hacer.

Existen muchas clases diferentes de proyectos informáticos, ya que el campo que engloban es inmenso. Sin embargo, hoy en día, está cada vez más ampliamente reconocido en las instituciones académicas que los proyectos informáticos son algo más que desarrollar un programa de software. Desde esta perspectiva, el proyecto debe incluir algún elemento de investigación, esto es, debe estar debidamente razonado y llegar de forma sistemática a unos resultados. Desarrollar meramente una herramienta o un algoritmo sin hacer ninguna evaluación técnica, ni englobarla debidamente en un contexto, puede ser aceptable en la industria, donde las soluciones comerciales son necesarias y a veces prioritarias; sin embargo, en el mundo académico, todo proyecto debe contener, en mayor o menor medida, un elemento de investigación.

Realizar un proyecto informático nos da la oportunidad de hacer nuestra propia contribución. Coincidiremos que no tiene sentido que el estudiante se limite a imitar simplemente el trabajo de otros. Los pensamientos, ideas y desarrollos propios son importantes e interesan a las personas que juzguen o lean la memoria final. Mediante un proyecto se desarrollarán no sólo las habilidades propias del investigador, sino también las ideas y el trabajo de otros. El nivel de contribución que se espera de un Proyecto Final de Carrera, en los diversos niveles académicos, se analiza con más detalle en la sección 4.1.

La sección siguiente introduce los diferentes tipos de proyectos que comúnmente se dan en el campo de la Informática. En cada ellos se identifica la contribución que se espera desde el punto de vista académico. Como se verá, estos proyectos no se enfocan únicamente a la obtención de un producto, sino que aportan algo más.

### 1.5.2.- Tipos de proyectos informáticos

Los proyectos informáticos tienden a englobarse en una de las cinco categorías siguientes:

*-Proyectos basados en la investigación:* “Algunos buenos proyectos no hacen más que revisar sistemáticamente y dar algún tipo de estructura a un campo de interés” (Sharp y Howard 1996:25). Un proyecto basado en la investigación implica un análisis cuidadoso de un área particular de conocimiento, mejorando la comprensión de ésta, identificando los puntos fuertes y débiles del campo estudiado e identificando aquellos aspectos susceptibles de un desarrollo ulterior. Este tipo de proyectos requieren algún tipo de búsqueda bibliográfica y son más adecuados y accesibles para los proyectos de Ingeniería Superior.

*-Proyectos de desarrollo:* esta categoría incluye el desarrollo no sólo de sistemas de software, hardware o telemática, sino también el trabajo con modelos de procesos, métodos y algoritmos. Suelen requerir que el estudiante incluya una cierta evaluación y una documentación acerca de: requisitos, diseño, análisis y pruebas; todo ello acompañado de algún tipo de manual de usuario o de guías para la utilización del producto desarrollado.

Dependiendo de la especialidad informática, el enfoque de un proyecto de desarrollo puede variar. Por ejemplo, en los proyectos relacionados con ingeniería del software se debe hacer mayor hincapié en el desarrollo y evaluación de los programas, siguiendo modelos particulares que generan documentación de evaluación interna. En los cursos dirigidos a sistemas de información se requiere que el investigador destaque el desarrollo de sistemas más amplios con el uso de herramientas más actualizadas, Lenguajes de 4ª generación, herramientas CASE y/o sistemas de bases de datos; en este caso, se debe centrar más el estudio en la interacción hombre-máquina y en los requisitos y necesidades del cliente. Obviamente los proyectos relacionados con el hardware y la telemática presentan también sus peculiaridades técnicas, que cada tutor ayudará a destacar.

Es muy improbable, y en absoluto imprescindible, que el desarrollo de un producto a partir de un proyecto sea aceptable y funcional sin mayor esfuerzo. Por ello, se espera que normalmente, su autor incluya una evaluación crítica del producto en su actual estado y que especifique el proceso de desarrollo seguido y lo que faltaría para su finalización completa. Precisamente esta evaluación crítica centra la distinción entre la calidad académica del trabajo y la utilidad técnico- comercial.

*-Proyecto de evaluación:* engloba todos los proyectos que incluyan alguna forma de evaluación como objetivo principal, ya sea la evaluación de diferentes perspectivas de enfoque de un mismo problema, la de dos o más lenguajes de programación (aplicados en diferentes contextos o a

diferentes problemas), la de un proceso de producción industrial, la de diferentes interfaces de usuario, la evaluación de un concepto concreto, etc. Los proyectos en este grupo podrían incluir asimismo estudios por casos, como una manera legítima de evaluar el aspecto objeto del estudio.

*-Proyectos en colaboración con la industria:* proyectos realizados para una empresa que implican resolver un problema dentro de una organización o incluso dentro de un departamento universitario. Se debe tener cuidado con este tipo de proyectos para asegurarnos que no sean “secuestrados” por el patrocinador empresarial o institucional. En otras palabras, el proyecto no debe forzarse excesivamente en la dirección que la empresa desee, ya que ésta puede no ser la adecuada para el proyecto académico desarrollado por el estudiante. Ello no significa, en absoluto, que los requisitos de la empresa o institución no sean importantes, ni que el proyecto deje de ser considerado como perfectamente válido como Proyecto Fin de Carrera. Generalmente, en este tipo de proyectos se empleará un método de investigación activa.

*-Resolución de problemas:* puede implicar el desarrollo de una nueva técnica para resolver un problema o bien una mejora de la eficiencia de procesos eficientes. Suele incluir la aplicación de una técnica ya existente para resolver un problema diferente. En estos casos se espera algún tipo de evaluación; por ejemplo, ¿funciona bien la nueva perspectiva?, o ¿se han descubierto las razones por las cuales no resulta adecuada para problemas de esta naturaleza?.

Naturalmente, los tipos de proyectos que acabamos de enumerar no son excluyentes entre sí, y hay proyectos que engloban aspectos de varios de estos tipos. Además, la naturaleza del proyecto tendrá un efecto en los métodos que apliquemos para abordarlo. Estos métodos de investigación ya los hemos analizado anteriormente.

### **1.5.3.-La programación en los proyectos informáticos**

No se espera que obligatoriamente todo estudiante tenga que escribir un programa por el mero hecho de presentar un proyecto en Ingeniería Informática. El campo de la computación es muy amplio y engloba muchos temas (sistemas de información, ingeniería del software, ingeniería del conocimiento, transmisión de datos, redes, arquitecturas de computadores, etc.) y, como es sabido, no todos estos campos implican tener que programar.

Unas veces programar es el principal objetivo del proyecto; otras, solo será necesario escribir un programa como un medio para hacer una prueba, demostrar alguna técnica o algoritmo ó evaluar algunos conceptos en la interacción hombre- máquina.

En todo caso, de un estudiante de Informática se espera que escriba programas de calidad más que aceptable. Aunque no en todos los casos se aspire a la realización de un programa plenamente documentado, con planes de prueba, diseños, evaluación, etc., cualquier código que se escriba debe ser adecuado a los propósitos del proyecto y de calidad suficiente. El supervisor del proyecto debe aconsejar sobre la extensión y la profundidad de cualquier software que forme parte del proyecto y, por tanto, el

estudiante debe asegurarse de que su relación con el tutor sea estrecha y fluida, también en este aspecto.

#### 1.6.-RESUMEN

-La investigación se define como “una actividad orientada a realizar una contribución original al conocimiento”.

-El proceso de investigación puede ser secuencial, generalizado, circular o evolutivo.

-La investigación puede clasificarse de acuerdo con su campo, perspectiva o naturaleza. Las perspectivas de investigación incluyen estudios por casos, experimentación, seguimiento en la evolución de los procesos y observación activa.

-Los proyectos informáticos tienden a englobarse en una de las siguientes categorías: basados en la investigación, de desarrollo, de evaluación, para la industria y orientados a resolver un problema.

#### 1.7.- EJERCICIOS.

1. Trata de formular tu propia definición de investigación y pregúntate qué significa la investigación para ti.
2. Clasifica tu propio proyecto informático en una de las cinco categorías de la sección 1.5.2.